

**MARCOS AUGUSTO MENDES MARQUES**

**APLICAÇÃO DA ANÁLISE MULTIVARIADA NO ESTUDO DA  
INFRA-ESTRUTURA DOS SERVIÇOS DE SAÚDE DOS MUNICÍPIOS  
PARANAENSES**

**Dissertação apresentada ao curso de  
Pós-Graduação em Métodos  
Numéricos em Engenharia do Setor de  
Ciências Exatas da Universidade  
Federal do Paraná, como requisito  
parcial à obtenção do título de Mestre  
em Ciências.**

**Orientador: Prof. Dr. Anselmo Chaves  
Neto**

**CURITIBA  
2005**

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

MARCOS AUGUSTO MENDES MARQUES

### **APLICAÇÃO DA ANÁLISE MULTIVARIADA NO ESTUDO DA INFRA-ESTRUTURA DOS SERVIÇOS DE SAÚDE DOS MUNICÍPIOS PARANAENSES**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências no curso de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia do Setor de Tecnologia e de Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:

Orientador:

---

Prof. Dr. Anselmo Chaves Neto  
Programa de Pós-Graduação  
em Métodos Numéricos em  
Engenharia, UFPR.

---

  

---

Curitiba, ..... de ..... de 2005

Dedico este trabalho ao meu pai Jair Mendes Marques pelo constante apoio na elaboração desta dissertação e a minha mãe Erly Mara Marques pelo seu carinho e compreensão nesta etapa da minha vida.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela oportunidade e determinação para a realização deste trabalho.

Aos meus pais, pelo apoio contínuo na minha caminhada.

A minha irmã.

A minha namorada Juliana Scheller pela ajuda na dissertação.

Ao professor Anselmo Chaves Neto, pela possibilidade de realização deste trabalho.

Aos meus amigos que sempre me apoiaram, mesmo na minha ausência.

Aos colegas do mestrado, que sempre estiveram dispostos a ajudar nas dificuldades.

A todos os professores do programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE QUADROS.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>01</b>
1.1 JUSTIFICATIVA.....	01
1.2. OBJETIVOS.....	03
1.2.1. Objetivo Geral.....	03
1.2.2. Objetivos Específicos.....	03
1.3. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	04
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>05</b>
2.1 SERVIÇOS DE SAÚDE.....	05
2.1.1 Estabelecimentos de Saúde.....	07
2.1.1.1 Estabelecimentos de saúde sem internação.....	09
2.1.1.2 Estabelecimentos de saúde com internação.....	10
2.1.1.3 Estabelecimentos de apoio à diagnose e terapia.....	10
2.1.1.4 Estabelecimentos de saúde por modalidades de prestação de serviços...	10
2.1.2 Posto de Trabalho.....	11
2.1.3 Leitos Hospitalares.....	12
2.1.4 Internações.....	15
2.1.5 Equipamentos.....	18
2.2 ANÁLISE MULTIVARIADA.....	19
2.2.1 Distribuição Normal Multivariada.....	22
2.2.1.1 Avaliando a normalidade bivariada.....	25
2.2.1.2 Avaliando a normalidade de uma distribuição com $p \geq 2$ .....	25
2.2.2 Análise de Componentes Principais.....	26
2.2.2.1 Componentes principais populacionais.....	28
2.2.2.2 Componentes principais de variáveis padronizadas.....	30
2.2.2.3 Componentes principais amostrais.....	32
2.2.3 Análise Fatorial.....	34
2.2.3.1 Teste de esfericidade de Bartlett.....	35
2.2.3.2 Medida de adequacidade da amostra de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).....	36
2.2.3.3 Modelo fatorial ortogonal.....	36
2.2.3.4 Método das componentes principais para estimar os pesos e as variâncias específicas.....	40
2.2.3.5 Método da máxima verossimilhança para estimar os pesos e as variâncias específicas.....	42
2.2.3.6 Escores fatoriais estimados.....	43
2.2.3.7 Escolha do número de fatores.....	45

2.2.3.8 Rotação dos fatores.....	45
2.2.4. Análise de Agrupamentos.....	46
2.2.4.1 Medidas de similaridade e dissimilaridade.....	47
2.2.4.2 Métodos de agrupamentos hierárquicos.....	48
2.2.4.2.1 Ligações simples (Vizinho mais próximo) .....	49
2.2.4.2.2 Ligações completas (Vizinho mais distante) .....	49
2.2.4.3 Métodos de agrupamentos não-hierárquicos.....	50
 <b>CAPÍTULO III</b>	
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>52</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO E DAS VARIÁVEIS.....	52
3.1.1 Estabelecimentos que são Objeto da Pesquisa.....	55
3.1.2 Estabelecimentos que não são Objeto da Pesquisa .....	55
3.1.3 Instrumentos de Coleta.....	56
3.1.3.1 Questionário ambulatorial/hospitalar .....	56
3.1.3.2 Questionário de serviços de apoio à diagnose e terapia .....	56
3.1.3.3 Questionário simplificado .....	56
3.1.4 Matriz de Dados.....	57
3.1.4.1 Determinação das variáveis.....	58
3.2 APLICAÇÃO DOS MÉTODOS PROPOSTOS.....	61
 <b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>4. RESULTADOS E ANÁLISES.....</b>	<b>62</b>
4.1 VERIFICAÇÃO DA NORMALIDADE MULTIVARIADA.....	62
4.2 ANÁLISE FATORIAL .....	69
4.2.1 Matriz de Correlação para as 42 Variáveis Transformadas.....	69
4.2.2 Estimação dos Fatores para as 42 Variáveis Transformadas.....	76
4.2.3 Matriz de Correlação para as 28 Variáveis Transformadas.....	83
4.2.4 Estimação dos Fatores para as 28 Variáveis Transformadas.....	87
4.2.5 Matriz dos Escores Fatoriais.....	93
4.3 ANÁLISE DE AGRUPAMENTO.....	108
 <b>CAPÍTULO V</b>	
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>116</b>
 <b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>118</b>
 <b>APÊNDICES.....</b>	<b>120</b>

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1 – MATRIZ DE DADOS COM VALORES ABSOLUTOS.....	57
QUADRO 2 – MATRIZ DAS VARIÁVEIS TRANSFORMADAS (SERVIÇOS DE SAÚDE/1.000 HABITANTES).....	58
QUADRO 3 – VARIÁVEIS.....	59
QUADRO 4 – MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS 42 VARIÁVEIS TRANSFORMADAS.....	69
QUADRO 5 – MATRIZ DE CORRELAÇÃO DAS 28 VARIÁVEIS TRANSFORMADAS.....	84
QUADRO 6 – MUNICÍPIOS COM MELHOR INFRA-ESTRUTURA EM SERVIÇOS SAÚDE.....	109
QUADRO 7 – MUNICÍPIOS COM MÉDIA INFRA-ESTRUTURA EM SERVIÇOS SAÚDE.....	110
QUADRO 8 – MUNICÍPIOS COM PIOR INFRA-ESTRUTURA EM SERVIÇOS SAÚDE.....	113

## LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1 – PARÂMETROS PARA CÁLCULO DA NECESSIDADE DE LEITOS HOSPITALARES, PARA CADA 1000 HABITANTES.....	13
TABELA 2.2 – CÁLCULO DO NÚMERO DE INTERNAÇÕES, POR ESPECIALIDADES, PARA UMA DETERMINADA POPULAÇÃO NO ANO.....	16
TABELA 2.3 – COMPARAÇÃO DO PARÂMETRO COM A VARIAÇÃO ENTRE AS REGIÕES.....	16
TABELA 4.1 – QUADRADO DAS DISTÂNCIAS GENERALIZADAS PELO QUI-QUADRADO RESPECTIVO.....	63
TABELA 4.2 – AUTOVALORES E VARIÂNCIA TOTAL.....	77
TABELA 4.3 – MATRIZ DOS CARREGAMENTOS DOS FATORES.....	78
TABELA 4.4 – MATRIZ DAS COMUNALIDADES.....	82
TABELA 4.5 – AUTOVALORES E VARIÂNCIA TOTAL.....	88
TABELA 4.6 – MATRIZ DOS CARREGAMENTOS DOS FATORES.....	89
TABELA 4.7 – MATRIZ DAS COMUNALIDADES.....	91
TABELA 4.8 – CLASSIFICAÇÃO DOS MUNICÍPIOS DE ACORDO COM A SUA INFRA-ESTRUTURA EM SAÚDE.....	93



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE COM INTERNAÇÃO, POR ESFERA ADMINISTRATIVA.....	06
FIGURA 2 – LEITOS EM ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE, POR ESFERA ADMINISTRATIVA.....	06
FIGURA 3 – ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE SEM INTERNAÇÃO, POR ESFERA ADMINISTRATIVA.....	07
FIGURA 4 – ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE BRASIL.....	09
FIGURA 5 – LEITOS POR 1000 HABITANTES, EM ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE, SEGUNDO UNIDADES DA FEDERAÇÃO – BRASIL – 1999.....	14
FIGURA 6 – LEITOS POR 1000 HABITANTES, EM ESTABELECIMENTOS DE SAÚDE, SEGUNDO UNIDADES DA FEDERAÇÃO – BRASIL – 2002.....	15
FIGURA 7 – INTERNAÇÕES EM ESTABELECIMENTOS PÚBLICOS DE SAÚDE, SEGUNDO AS GRANDES REGIÕES.....	17
FIGURA 8 – INTERNAÇÕES EM ESTABELECIMENTOS PRIVADOS DE SAÚDE, SEGUNDO AS GRANDES REGIÕES.....	18
FIGURA 9 – MATRIZ DE DADO.....	20
FIGURA 10 – ROTAÇÃO DOS EIXOS PARA O CASO BIVARIADO.....	27
FIGURA 11 – DENDROGRAMA.....	50
FIGURA 12 – SITE DO IBGE.....	52
FIGURA 13 – CANAL CIDADES@.....	53
FIGURA 14 – CANAL CIDADES@ - ESCOLHA DO ESTADO PARA CONSULTA.....	53
FIGURA 15 – SERVIÇOS DE SAÚDE 2002.....	54
FIGURA 16 – DADOS REFERENTES À SERVIÇOS DE SAÚDE POR CIDADE.....	54
FIGURA 17 – MUNICÍPIOS AGRUPADOS POR SIMILARIDADE EM SERVIÇOS DE SAÚDE.....	115

## **LISTAS DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

OMS	- Organização Mundial de Saúde
OPAS	- Organização Pan-Americana de Saúde
SUS	- Sistema Único de Saúde
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
AMS	- Assistência Médico-Sanitária

## RESUMO

O presente trabalho tem como principal objetivo classificar e agrupar os 399 municípios paranaenses de acordo com as suas respectivas infra-estruturas em serviços de saúde. Os serviços de saúde considerados, com base na pesquisa de assistência médico-sanitária publicada em 2002, disponível no *site* do IBGE, totalizam 42 variáveis que são agrupadas em cinco grupos maiores, sendo estes: estabelecimentos de saúde, postos de trabalho, leitos, internações e equipamentos. Utilizou-se o método das componentes principais para estimação dos fatores comuns, e a partir desse modelo foi feita toda a análise estatística referente aos municípios paranaenses. O objetivo do modelo proposto foi a obtenção da matriz de escores fatoriais, sendo que a mesma foi utilizada para a determinação dos escores fatoriais finais e respectivos indicadores responsáveis pela classificação dos municípios no quesito infra-estrutura em serviços de saúde, possibilitando a identificação daqueles municípios em piores condições e suas principais deficiências nos serviços ofertados. Após a classificação efetuou-se a análise de agrupamentos dos municípios através de três grupos distintos, sendo estes: municípios com melhor infra-estrutura, com média infra-estrutura e com pior infra-estrutura em serviços de saúde. Esta análise foi feita pelo método de agrupamento não-hierárquico denominado de método das K-médias. Todos os cálculos foram efetuados nos *softwares* MATLAB e STATÍSTICA. O resultado da análise mostrou que os 11 municípios em piores condições de infra-estrutura tem um escore final igual a - 0,6197, enquanto que o município melhor classificado tem um escore final igual 1,2354. Em relação aos três agrupamentos efetuados verificou-se que 65 municípios foram classificados com a melhor infra-estrutura, 199 com uma infra-estrutura média e 135 com a pior infra-estrutura.

**Palavras-Chave:** Infra-Estrutura em Serviços de Saúde, Componentes Principais, Análise Fatorial, Análise de Agrupamentos.

## ABSTRACT

The present work has as main objective to classify and to group the 399 paranaenses municipal districts in accordance with their respective infrastructures in services of health. The considered services of health, based on the research of published sanitary medical assistance in 2002, available on the site of the IBGE, totalize 42 variables that are grouped in five bigger groups, begin these: establishments of health, ranks of work, stream beds, internments and equipments. One used the method of the principal components to estimate the common factor, from this model was made all the statistics analysis referring to the municipal districts. The objective of the considered model was the attainment of the matrix of factor scores, being that the same one used for the determination of the final factor scores and respective responsible pointers for the classification of the municipal districts concerning infrastructure in health services, making possible the identification of those municipal districts in worse conditions and their deficiencies in available services. After the classification, one effected the analysis of grouping of the municipal districts through three distinct groups, being these: municipal districts with better infrastructure, average infrastructure and bad infrastructure in health services. This analysis was made by the nonhierarchical clustering methods, so called the K-means method. All the calculations had been effected in softwares MATLAB and STATISTICA. The result of the analysis showed that 11 of the municipal districts in worse infrastructure conditions have a final factor score of  $-0,6197$ , while the best classified municipal district has a final factor score of  $1,2354$ . In relation to the three effected grouping, one verified that 65 municipal districts had been classified with the best infrastructure, 199 with an average infrastructure and 135 with the worst infrastructure.

**Key-words:** Infrastructure in Services of Health, Principal Components, Factor Analysis, Cluster Analysis.